



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Oliver Liibert

**SAEVESKI TOOTMISPROTSESSI ANALÜÜS JAXEL OÜ
NÄITEL**

**THE ANALYSIS OF A SAWMILL PRODUCTION PROCESS
ON THE EXAMPLE OF JAXEL LTD**

Bakalaureusetöö

Metsanduse õppekava

Juhendaja: lektor Risto Mitt, *MSc*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Oliver Liibert		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Saeveski tootmisprotsessi analüüs Jaxel OÜ näitel			
Lehekülgi: 42	Jooniseid: 21	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool:		Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool	
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood:		Metsandusteadus B430	
Juhendaja(d):		Risto Mitt, <i>MSc</i>	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu, 2019	
<p>Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida Jaxel OÜ saeveski tootmisprotsessis tekkivaid seisakuid ning teha ettepanekuid leitud seisakute vähendamiseks. Lisaks seisakutele mõõdeti tööpäevas toimuvate pauside kestvusi. Teema on oluline leidmaks ettevõtte tootmisprotsessis esinevaid seisakuid ning anda nendest ülevaade edasise tootmise parandamiseks.</p> <p>Andmete kogumine viidi läbi 11 vaatluspäeva jooksul. Hinnati eraldi nii talvist- kui ka kevadist perioodi. Analüüsi tulemusena leiti, millised enamlevinud seisakud esinevad saeveski tootmisprotsessis. Seisakud jaotati viide erinevasse kategooriasse, mille alusel arvutati välja seisakutele kulunud aja hulk.</p> <p>Tulemustest selgub, et kõige enam aega kulus tootmisprotsessis eeltöödele ning pausidele. Talveperioodil kulus eeltöödele 16,8% ning pausidele 22,6% kogu tööajast. Kevadperioodil olid vastavad näitajad 22,9% ja 12,1%. Saekettaga seotud probleemidele kulus talvel 4% ning kevadel 0,8% tööajast. Palgiveeretuse moodustas talvel 5,3% ja kevadel 7,4% tööajast. Ajahulk, mis kulutati palkide pööramisele saeraamil moodustas talveperioodil 3,7% ja kevadperioodil 4,8% kogu tööajast.</p> <p>Ettepanekutena tuleks ettevõttel korrigeerida pausidele kuluvat ajahulka ning paremini planeerida eeltöid, mis võimaldaks suurendada ettevõtte tootlikkust. Võimaluse korral tuleks kasutusele võtta aastaringset töötamine kahes vahetuses ning leida ettevõttele täiendavalt kliendid, kellele müüa oma puidukuivatis kuivatatud saematerjali.</p>			
Märksõnad: seisakud, tootmine, tootlikkus			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Oliver Liibert		Curriculum: Forestry	
Title: The analysis of a sawmill production process on the example of Jaxel Ltd			
Pages: 42	Figures: 21	Tables: 0	Appendixes: 1
Department / Chair:		Chair of Forest Management Planning and Wood Processing Technologies	
Field of research and (CERC S) code:		Forest Sciences B430	
Supervisors:		Risto Mitt, <i>MSc</i>	
Place and date:		Tartu, 2019	
<p>The aim of the present bachelor thesis is to study downtime occasions in the production process of Jaxel Ltd sawmill and to make recommendations on reducing the downtime. In addition to downtime, the duration of breaks was measured. The topic is important to find out what causes downtime in the production process and give an overview of these occasions in order to improve further production.</p> <p>The data was collected during 11 observation days. The winter and spring period were assessed separately. The analysis reveals which most common downtime occasions occur in the production process of the sawmill. These occasions were dividend into five different categories which were the basis for calculating the amount of time spent on downtime.</p> <p>The results showed that most of the time in the production process was spent on preparatory work and breaks. During the winter period preparatory work took 16.8% and breaks 22.6% of the total working hours. During the spring period the corresponding figures were 22.9% and 12.1%. Sawblade problems took 4% of working hours in winter and 0.8% in spring. Rolling logs accounted for 5.3% of the working hours in winter and 7.4% in spring. The amount of time spent on rotating logs on the saw accounted for 3.7% of the working hours in winter and 4.8% in spring.</p> <p>To increase productivity, the company should correct the amount of time spent on breaks and improve planning preparatory work. If possible, work should be organised in two shifts all year round and the company should find additional clients who could buy timber that has been in the company's own dryer.</p>			
Keywords: downtime, production, productivity			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. ETTEVÕTTE ÜLEVAADE	7
1.1. Jaxel OÜ ajalugu	7
1.2. Töötajad ettevõttes	8
1.3. Tooraine	9
1.4. Lahtisaagimisprotsess.....	10
1.4.1. Ketassaag KARA F2000	10
1.4.2. Ketas ja selle hooldamine.....	12
1.4.3. Materjali lahtisaagimine	12
1.4.4. Lahtisaagimisel tekkivad puidujäägid.....	14
1.5. Järkamine ning pakkimine	15
1.6. Puidu kuivatamine.....	17
2. MATERJAL JA METOODIKA	18
3. TULEMUSED JA ANALÜÜS	20
3.1. Talveperiood	20
3.1.1. Probleemid saekettaga.....	20
3.1.2. Palgiveeretus töölauale.....	21
3.1.3. Palgi pööramine pärast esimest lõiget.....	23
3.1.4. Lõikamisele eelnevad ja järgnevad tegevused	24
3.1.5. Tööpäeva jooksul tehtavad pausid	26
3.2 Kevadperiood	27
3.2.1. Probleemid saekettaga.....	27
3.2.2. Palgiveeretus töölauale.....	28
3.2.3. Palgi pööramine pärast esimest lõiget.....	30
3.2.4. Lõikusele eelnevad ja järgnevad tegevused	30
3.2.5. Tööpäeva jooksul tehtavad pausid	32
3.3. Talve- ja kevadperioodi andmete võrdlus	34
4. ETTEPANEKUD ETTEVÕTTELE PAREMAKS TÖÖ KORRALDAMISEKS.....	36
KOKKUVÕTE.....	37
KASUTATUD KIRJANDUS	39
LISAD	41
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	42

SISSEJUHATUS

Eesti saetööstuse algusaastaks võib lugeda 1587. aastat, mil Kolga mõisas, Pudisool hakkas tööle Eesti esimene mehaaniline saeveski. Euroopa mehaanilise saetööstuse algusajaks peetakse 14. sajandit. Esimesed saekaatrid kasutasid tuule- ja vee-energiat ning olid valmistatud puust. Ainukese rauast komponendi moodustas 10 millimeetrine saeleht. (Meier, Rukki 2000: 8) Tänapäeval kasutusel olevad masinad toimivad elektrienergial ning suurtööstustes kasutatavad masinad on suures osas automatiseeritud.

Eesti pindalast moodustab 51 % metsamaa ning metsade aastane juurdekasv oli 2018. aastal 16 miljonit kuupmeetrit puitu. 2018. aasta raiemahuks oli 12 ja pool miljonit tihumeetrit. (Keskkonnaministeerium 2019) Suur raiemaht näitab ka töötleva tööstuse suurt osakaalu riigis. Puidutööstus on Eestis üks suuremaid tööstusharusid millega kokku tegeleb 1100 ettevõtet. Puidu kasutamine on muutunud mitmekesisemaks ning lisaks välisturule suudetakse puitu väärindada ka kodumaal. (Aastaraamat Mets 2017: 225)

Saeveskites toimuvatest tegevustest ülevaate saamiseks tuleb teha vaatlusi. Tihti esinevad saeveskite tootmisprotsessides nn “pudelikaelad“, mis takistavad ettevõttel toota maksimaalses võimsuses. Pudelikaelaks nimetatakse tegurit, mis seab tootmisele teatud piirangud. Pudelikaelte leidmiseks on kasutatud simulatsioone, mis võimaldavad tootmisprotsessis leida kohti, mida oleks võimalik arendada parema tootlikkuse saavutamiseks. (Thoews jt 2008: 229) Simulatsioone on kasutanud Lääne (2015) oma magistrیتöö, kus uuriti AS Toftani tootlikkust saematerjali sorteerimisel.

Lisaks simulatsioonidele on võimalik tootlikkuse tõstmiseks määratlada tootmistegurid ning leida, milliseid tegureid muutes tõuseks ettevõtte tootlikkus. Firmasiseste tootmistegurite väljaselgitamiseks tuleb tootmist mõjutavad tegurid esmalt kirja panna. Iga tootmistegur sisaldab mingil määral reserve, mida pole kas ära kasutatud, või neid kasutatakse halvasti. Tegurite määratlemine annab võimaluse tootlikkust vähendavate tingimuste leidmise. (Kalle 2007: 11)

Tootmist mõjutavaid tegureid on uuritud mitmes erinevas lõputöös. Mikson (2014) magistrیتöö, kus uuriti AS Barruse pakkimisliini tootlikkust. Töö eesmärgiks oli välja selgitada pakkimisliinil tekkivad seisakud ning teha ettepanekud antud seisakute kõrvaldamiseks.

Analüüsi tulemusena selgus, et parema tootlikkuse tagaks lisaoperaatori palkamine. Antud bakalaureusetöö analüüs põhineb sarnastel mõõtmistel .

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on Jaxel OÜ tootmisprotsessis tekkivate seisakute mõõtmine ning ettepanekute tegemine antud seisakute vähendamiseks. Lisaks seisakutele mõõdeti pauside kestvusi. Teema on aktuaalne kuna pikad seisakud mõjutavad saeveski tootlikkust ning tellimuste täitmiseks kuluv ajahulk on suurem.

Seisakute uurimiseks korraldati saeveskis 11 vaatluspäeva, mille käigus selgusid põhilisemad seisakutetüübid ning nendele kuluv ajahulk. Vaatlusperiood oli jaotatud kaheks eri osaks: esimene vaatlusperiood toimus jaanuaris-veebruaries (edaspidi *talveperiood*), teine periood viidi läbi märtsis-aprillis (edaspidi *kevadperiood*). Kahe perioodi valikuga püüti leida, millised erinevad seisakud esinevad ühel ning teisel perioodil.

Töö esimeses osas antakse ülevaade saeveski tootmisprotsessist ning ajaloost. Kirjeldatakse tootmises kasutatavaid masinaid ning tootmisprotsessi käiku. Järgneb metoodika, kus selgitatakse kuidas viidi läbi mõõtmised ning mille alusel tulemused grupeeriti. Tulemuste peatükk annab ülevaate tootmises tekkivatest seisakutest ja kuidas on seisakud jagunenud kahel erineval vaatlusperioodil. Lisaks võrreldakse kahe perioodi tulemusi omavahel. Viimases peatükis tehakse ettevõttele ettepanekud saeveskis töö paremaks korraldamiseks.

Töö autor tänab ettevõtte juhti Taivo Tuusist ning juhiabi Kristina Kreevaldit – võimaluse eest koostada bakalaureusetöö Jaxel OÜ baasil; – lektor Risto Mitti bakalaureusetöö sisulise osa juhendamise eest.

1. ETTEVÕTTE ÜLEVAADE

1.1. Jaxel OÜ ajalugu

Saematerjali tootmisega alustati aastal 1997, mil loodi ettevõtte nimega Sän ja Män OÜ. Algselt asus tootmishoone rendipinnal Rimmi külas. Pärast kolme tegutsemisaastat soetas ettevõtte 2000. aastal oma kinnistu ning tööd jätkati Antsla vallas, Kollino külas. Algselt ainult saematerjali tootmisega tegelenud ettevõtte hakkas tegelema ka transportteenusega. Lisaks saematerjali lõikusele valmistati ka hõövelmaterjali. Ettevõtte tegeles kolme suunaga: saetööstus, transport ning põllumajandus. Kollinos toimus tootmine aastani 2010, mil tormi käigus süttinud tootmiskompleks hävines. Enne põlengut toimus tootmine kahes, vahetevahel ka kolmes vahetuses. Põleng sai alguse pikselöögist, mis süütas saepurukuuri. Hoonest suudeti päästa mõned masinad, kuid saemasinad hävisid täielikult. Pärast põlengut asuti taas rendipinnale ning aastal 2010 osteti uus kinnistu Kobelasse, kus toimub tootmine tänaseni. Samal aastal otsustati erinevad suunad lahku lüüa ning moodustati iga suuna jaoks eraldi ettevõtte. Saetööstusega hakkas tegelema Jaxel OÜ.

Saematerjali tootmisega hakati Kobelas tegelema 2014. aastal, mil valmis uus tootmishoone. Aastal 2015 täiendati masinaparki uue ketassaga KARA F2000 ning lisaks paigaldati ka kamberkuivati Secal. Hetkel toodetakse materjali vastavalt tellimustele, lattu toodetakse vaid põhilisemaid ehituslikke ristlõikeid. (Kreevald 2019)



Joonis 1. Aerofoto Jaxel OÜ tootmiskompleksist (Maa-amet 2019)

Joonisel 1. on kujutatud ettevõttele kuuluvat kinnistut. Tootmiskompleksi kuuluvad saeveski, palgiladu, puidukuivati ning materjali ladustamiseks ehitatud varjualune. Saeveski, joonisel numbriga 1, lõunapoolsele küljele jääb palgiladu, joonisel numbriga 3, kus materjal on ladustatud vastavalt materjali pikkusele ning puuliigile. Vasakul küljel asub materjali hoiustamiseks ehitatud hoone, joonisel numbriga 4. Laohoone taha ladustatakse saagimisprotsessist ülejäänud puidupinnud, mis hiljem purustatakse hakkpuiduks. Saeveski esisele platsile, joonisel numbriga 5, ladustatakse materjalipakid ning saeveskist paremale, joonisel numbriga 2, jääb ettevõtte puidukuivati. Materjalipakkide transpordiks ettevalmistamine ning veoautode laadimine toimub samuti saeveski esisel platsil.

1.2. Töötajad ettevõttes

Saeveski ühes vahetuses töötab korraga kolm inimest: saeoperaator, operaatori abi ning materjali vastuvõtja. Saeoperaatori ülesandeks on palkidest vastavalt tellimustele sobivate materjalide väljasaagimine. Iga palk on oma kujult erinev ning operaator peab sellega

arvestama enne lõikama hakkamist. Töö nõuab head silma ning oskust vajalikud kogused etteantud palkidest välja saagida.

Teise töölisena töötab vahetuses saeoperaatori abi. Tema ülesandeks on palkide etteveeretamine palgiliinilt saeliinile. Lisaks aitab operaatori abi saeliinil liikuvat materjali pöörata vastavalt saeoperaatori soovile. Koos saeoperaatoriga mõõdetakse lõigatavate palkide diameetrid ladvaotstest, et saada teada vahetuses lõigatava materjali kogust. Vahetuse lõppedes korrastatakse tööpind kõigi kolme töölise poolt.

Kolmanda töölisena töötab vahetuses materjali vastuvõtja. Saeliinil lõigatud materjal tuleb toimetada selle kõrval asuvatesse pakkidesse. Pakid on ladustatud vastavalt lõigatud materjalide mõõdule. Lisaks tuleb materjali vastuvõtjal eemaldada lõikuse käigus üle jäävad pinnud. Need toimetatakse saeraami otsas paiknevasse pinnutaskusse. Tasku täitudes pakk pakitakse kahe teraslindiga ning transporditakse tõstuklaaduri abil saeveskist välja.

Saeveskis toimub palgilõikusega samal ajal materjali järkamine. Sellega tegeleb kaks inimest. Järkamise käigus lõigatakse saematerjal täpsesse pikkusesse (Puideterminoloogia sõnastik 2019).

1.3. Tooraine

Tootmisprotsess algab lõigatava materjali transpordiga saeveski materjalilattu. Tooraine soetatakse erametsaomanikelt (Tuusis 2018). Materjali veoks kasutatakse Volvo palgiveoautot. Palgid paigutatakse lattu vastavalt materjali pikkusele ning puuliigile. Suur osa saeveskis kasutatavast materjalist on oksapuu puit, vastavalt tellimustele lõigatakse ka lehtpuu puitu. Puuliikidest on enam kasutatavad harilik kuusk (*Picea abies* (L.) Karst.) ja harilik mänd (*Pinus sylvestris* L.). Olenevalt tellimusest tõstetakse palgiveoauto haaratsiga palgiliinile vastava pikkusega materjal, mis liigub sealt edasi lõikusesse (Joonis 2.).



Joonis 2. Materjali tõstmine estakaadile

Palgiliinil palgid tollitakse. Tollimiseks nimetatakse palkide diameetrite mõõtmist ladvapoolest otsast. Mõõtmiste käigus saadud andmed pannakse kirja paberile. Andmete põhjal arvutatakse vahetuses lõigatavate palkide maht.

1.4. Lahtisaagimisprotsess

1.4.1. Ketassaag KARA F2000

Ettevõtte kasutab saematerjali lõikamiseks 2015.aastal soetatud KARA F2000 ketassaeraami (Joonis 3.). Saag on varustatud 55 kW elektrimootoriga ning sellel on liikuv töölaud, mille abil toimub palgi lahtisaagimine. Lahtisaagimine on protsess, mille käigus palk saetakse vastavasse mõõtu (Meier ja Rukki 2001:5). Töölaua pikkuseks on 8 meetrit ning laiuseks 65 sentimeetrit. Saagimise kiiremaks toimimiseks on kasutusel ühekangisüsteem. See tähendab, et kõik tööoperatsioonid toimivad ühe kangi toimel. (Autra OÜ 2019)



Joonis 3. Ketassaeraam KARA F2000

Palki aitab töölaual suruda hammastatud etteandesurve-rull, millega surutakse palk vastu juhtplaati.



Joonis 4. Elektrooniline mõõduseade KARA LS460

Täpse materjali mõõdu saamiseks on saeraam varustatud elektroonilise mõõduseadmega LS 460. Eelnevalt on seadmesse sisestatud enamlevinud materjalide mõõdud ning vastavalt vajadustele valitakse õige mõõt (Joonis 4.).

1.4.2. Ketas ja selle hooldamine

Tööpäev algab saeveskis saeketta teritusega. Terituseks kasutatakse spetsiaalselt antud saeraamile paigaldatud ketassae teritusmasinat. Kontrollitakse ketta korrasolekut, kas see on sirge. Ketta purunemisel või nürinemisel tuleb ketas vahetada välja uue vastu. Selleks, et saeveskis saaks töö edasi jätkuda ka ketta deformeerumisel on saeveskis olemas tagavarakettad, mis vastavalt vajadusele kasutusele võetakse. Ettevõtte saeketaste terituse ning hooldusega tegeleb Vändra saekettateritus (LSAB Vändra AS 2019), kes korrastab ning teritab riknenud kettad (Tuusis 2018).

1.4.3. Materjali lahtisaagimine

Lahtisaagimine saab alguse palkide veeretusega saeliinile. Selleks on estakaadi otsa paigaldatud seade, mis võimaldab palgi estakaadilt raamile toimetada. Palk veeretatakse pikendusele ning seda alla lastes tõstab seade palgi estakaadilt ning palk veereb töölauale. Palki veeretavad nii operaatori abi kui ka operaator ise. Kui palk on saadud saeliinile, lastakse pikendus üles tagasi. Töölaual toimub edasine palgi keeramine parima lõikeasendi leidmiseks. Parima võimaliku positsiooni leides kinnitatakse palk kahe metallist kinnitusvahendi, kaba, abil töölaua külge, mis võimaldab üarmaterjali ühe küljesirgeks saagida (Joonis 5.).



Joonis 5. Töölauale kinnitatud palk

Töölaua edasi-tagasi liigutamine toimub saeoperaatori poolt kangi liigutades. Pärast esimest saagimist eemaldatakse kabad ning palk pööratakse sirgeks lõigatud küljele. Materjali liigutamisega leitakse taas parim asend teise külje lõikuseks. Kui nimetatud lõiked on sooritatud, toimub palgi edasine saagimine vastavalt tellimustes ettenähtud mõõtudele.

Saematerjal tuleb töölaualt eemaldada edasise saagimise läbiviimiseks. Selleks tuleb materjali vastuvõtjal saeliinilt eemaldada saematerjal ning asetada see saeraami kõrval asuvatesse pakkidesse. Pakid on koostatud lähtudes materjali pikkusest, laiusest ning paksusest. Mõnikord asetatakse sama paksuse ja pikkusega materjal ühte pakki, et säästa ajakulu ning ruumi saeraami kõrval (Joonis 6.).



Joonis 6. Materjalipakid saeveskis

Tellimuste täitmisel või mõõdu vahetudes tuleb materjalipakid transportida saeveskist välja. Selleks on kasutusel tõstuklaadurid, millega toimetatakse materjal kas välja või järkamisliinile, kus toimub materjali mõõtu lõikamine.

1.4.4. Lahtisaagimisel tekkivad puidujäägid

Saeveskis jäävad pärast lõikust üle puidujäägid. Põhilised jäägid, mis tekivad lõikamisel on saepuru ning pinnud. Saagimise käigus eralduv saepuru eemaldatakse ketassae juurest aspiratsiooni seadme abil. Osa saepurust kasutatakse ettevõttes oma katla kütteks, üle jääv osa müüakse (Tuusis 2018).

Teise produktina jäävad üle saagimisest tekkivad pinnud, mis asetatakse saagimise käigus saeraami otsas paiknevasse taskusse. Tasku täitudes pakk lindistatakse teraslindiga ning transporditakse saeveskist välja (Joonis 7.).



Joonis 7. Lindistatud pindlauad

Pinnud transporditakse välja ning virnastatakse. Kui on tekkinud suurem kogus pinde, siis tellitakse puiduhakkur, mis purustab need hakkepuiduks. Mõnel juhul on ka kliendid oma materjalist tekkinud pinnud ise minema toimetanud. Puiduhakkimine ostetakse sisse teenusena ning hakkpuit läheb müügiks. (Tuusis 2018)

1.5. Järkamine ning pakkimine

Lõigatud ning sorteeritud materjal liigub pärast lõikust järkamisse. Järkamisega tegeleb kaks inimest. Materjal transporditakse tõstuki abil järkamispingi juurde ning sellele seadistatakse soovitud pikkus. Materjal lõigatakse täpselt sellisesse mõõtu, mis on tellimustes ette nähtud. Järkamispink koosneb ketassaest ning rullidega tööpinnast. Materjal tõstetakse tööpinnale, lõigatakse üks ots sirgeks ning seejärel liigutatakse materjal rullide abil töölaua teise otsa, mille järel toimub materjali teise otsa lõikus (Joonis 8.).



Joonis 8. Saematerjali järkamine pikkusesse ning pakkimine

Lõigatud materjal pannakse pakkidesse vastavalt mõõtudele ning materjali ridade vahele asetatakse lipid. Selle abil tagatakse pakkides õhuliikumine. Materjal pakitakse ja markeeritakse vastavalt ostja ja müüja tähistele (Joonis 9.).



Joonis 9. Pakitud materjal saeveskis

Lühemad kui nelja meetrised pakid seotakse kolme, pikemad kui nelja meetrised pakid vähemalt nelja teraslindiga. Pärast lindistamist toimetatakse pakid saeveskist välja ning ladustatakse platsile. Edasi liiguvad need juba tellijale.

1.6. Puidu kuivatamine

Saeveski soetas 2015. aastal lisaks ketassaeraamilele ka puidukuivati. Tegu on firma Secal poolt toodetud kamberkuivatiga, mis mahutab 55 kuupmeetrit puitu (Joonis 10.). Puidu kuivatamine toimub vastavalt tellimustele. (Tuusis 2018)



Joonis 10. Kamberkuivati Secal

Algusaastatel pole kuivati eriti rakendust leidnud. Talvel on seda kasutatud materjali hoiustamiseks. Kuivatusprotsessi kestvuseks on tavaliselt poolteist kuni kaks nädalat. Niiskusporsent on transporditava puidul vahemikus 15-18%, mööbli tegemiseks vajamineva materjali niiskusesisaldus peab olema 8%. Väiksema niiskusesisaldusega puidu saamiseks kulub ka rohkem aega. Kuigi hetkel pole kuivati täisvõimsusel kasutusse läinud, plaanitakse hakata seda tulevikus rohkem kasutama. (Kreevald 2019)

2. MATERJAL JA METOODIKA

Antud bakalaureusetöö tegemiseks vajaminevate andmete kogumine toimus ettevõttes kohapeal ajalisi mõõtmisi tehes. Vaatluse käigus mõõdeti töö seisakutele kulunud aeg ning ka pauside pikkused ajaliselt. Jälgimiskoha valimisel lähtuti ohutusest ning tööprotsessi püüti võimalikult vähe segada. Aja mõõtmisel kasutati stopperit. Vaatluste käigus jälgiti lahtisaagimisprotsessi ning sellele eelnevaid ning järgnevaid tegevusi. Mõõtmisi tehti jooksvalt ning tekkinud seisakud sisestati paberile joonestatud tabelisse. Tabelis oli viis tulpa, kuhu pandi kirja seisaku kuupäev, kellaaeg, seisakutüüp, kestvus ning viimases tulbas kirjeldati pikemalt seisaku olemust.

Andmeid koguti kahel erineval perioodil ning kokku toimus jälgimine üheteistkümne vahetuse jooksul. Esimene vaatlusperiood toimus talvel, 29.01, 30.01, 31.01, 04.02 ja 05.02. Esimeste vaatluspäevade käigus selgus, milliseid seisakuid võib saeveskis esineda ning jälgimisprotsess muutus lihtsamaks. Lisaks saagimisprotsessile jälgiti ka järkamisprotsessi ning üldisi tööohutusnõudeid. Kevadine vaatlus toimus kuupäevadel 28.03, 29.03, 03.04, 09.04, 10.04 ja 11.04. Kevadperioodil toimus kokku kuus vaatluspäeva. Suurema vaatluspäevade arvu põhjuseks oli üks poolik tööpäev. Pooliku tööpäeva põhjuseks oli materjali vastuvõtja lahkumine. Parema ülevaate saamiseks saeveski tootmisprotsessidest ning seisakutest otsustati lisada üks vaatluspäev.

Vaatluspäevade lõppedes toimus andmete edasine töötlus programmiga Microsoft Excel 2016, kuhu loodi iga päeva kohta tabel, millesse sisestati vastaval päeval toimunud mõõtmiste andmed. Sellele järgnes iga päeva lõikes seisakute sõnastamine ning igale vaatluspäevale koostati koondtabel, kuhu oli seisakute kaupa välja toodud nende kestvused. Lõpuks liideti seisakute kestvused päevade kaupa kokku ning arvutati protsendiliselt kui palju moodustasid seisakud kogu tööajast. Talve- ning kevadperioodide võrdluseks koostati mõlema perioodi kohta eraldi tabelid, kus olid välja toodud vaatluspäevade kaupa seisakute kestvused ning põhjused. Lisaks koostati iga seisakutüübi andmete põhjal joonised, mis kajastavad vastava seisakutüübi kestvusi kuupäevade alusel. Viimase tegevusena koostati kahe eriperioodi andmetest koondtabel, kus oli kuupäevade ning seisakutüüpide kaupa välja toodud vastavad mõõtmistulemused. Talve-ja kevadperioodi võrdluseks koostati joonis, kus olid välja toodud seisakutüüpide kestvuseid kahel erineval perioodil. Seisakute kestvused

olid arvutatud protsentides kogu tööajast. Sarnased seisakutüübid kõrvutati ning tulemuste põhjal selgitati välja, kuidas muutusid erinevate seisakute kestvused erinevatel perioodidel.

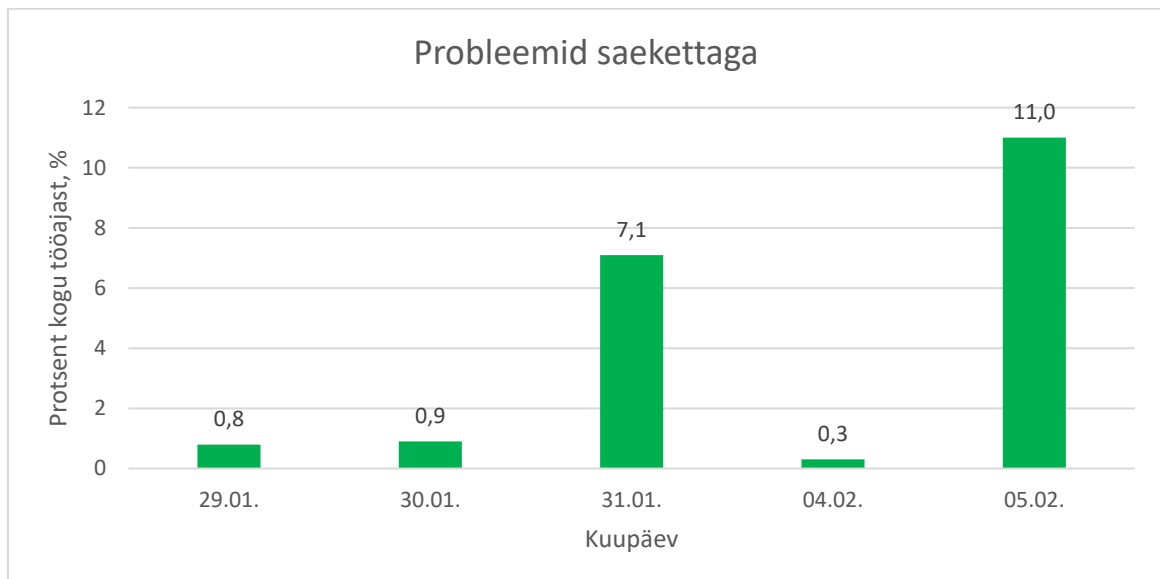
Kokku viibiti mõõtmisi tehes saeveskis 84 tundi, millele lisandus ettevõtte liikmetega tehtud intervjuud ning andmetöötlus arvutis. Vaatlusperioodide jooksul kujunesid välja viis põhilist seisakutüüpi, mille selgitused on kahe erineva perioodi kaupa välja toodud järgnevas peatükis.

3. TULEMUSED JA ANALÜÜS

3.1. Talveperiood

3.1.1. Probleemid saekettaga

Talveperioodi esimeseks seisakutüübiks on saeketta juures toimunud probleemid. Vaatluse käigus mõõdeti saeketta probleemide kestvusi ning analüüsi tulemused on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 11.). Joonisel on kujutatud aega protsendina kogu vahetusest.



Joonis 11. Kettaprobleemide jaotus vaatluspäevade alusel talveperioodil

Esimese vaatluspäeva alguses toimus saekettateritus, millele kulus aega 1 minut ja 33 sekundit. Saeketta teritust teostatakse saeveskis iga tööpäeva hommikul. Saeketas nürineb lõikuse ajal ning parema lõikuse saavutamiseks tuleb ketast teritada. Ketast nüritavad talveperioodil külmunud palk ning palkidel olev lumi. Lumes olev mustus muudab ketta nüriks. Lisaks teritusele tuli saeketta juurest olevat saepuru eemaldada. Lume ja niiskuse tõttu kogunes praht saeketta ümbrusesse ning vahepeal pidi lõikuse seiskama tööpinna puhastamiseks. Ketta kuumenemise tõttu pidi ketast aegajalt jahutama, selleks kasutati lund. Kokku moodustasid kettaga seotud probleemid kogutööpäevast 0,8%.

Talveperioodi teine päev kujunes sarnaselt esimesele vaatluspäevale. Tööpäeva alguses toimus saeketta teritus, mis kestis 2 minutit ja 3 sekundit. Esile kerkis ka probleem saeketta kuumenemisega, mis sarnaselt esimese vaatluspäevaga jahutati lund kasutades. Probleemid moodustasid 0,9 % kogu tööajast.

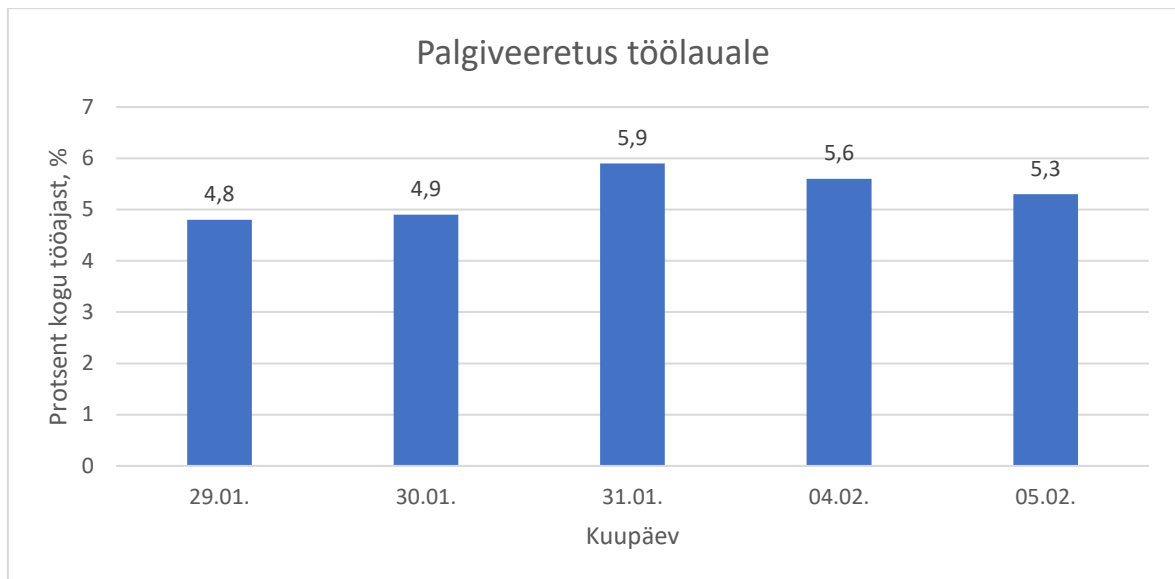
Kolmanda vaatluspäeva tulem on kordades suurem eelnevate päevade omast. Tööpäeva alguses toimunud saeketta teritusele järgnesid korduvad kettakontrollid ning jahutused. Terituseks kulus aega 1 minut ja 52 sekundit. Kontrollimise ja jahutuse tulemusena lõikus jätkus, kuid mõne aja pärast tuli saeketas vahetada välja uue vastu. Saekettavahetus kestis 14 minutit ja 41 sekundit. See on ka põhjus, miks selle päeva seisakuprotsent on kõrgem eelnevatest. Vahetuse järel jätkus lõikus, kuid mõned korral peatati see saeketta kontrollimiseks ja reguleerimiseks. Ketast ka jahutati ühel korral pärast vahetust. Kogu tööpäevast moodustasid kettaprobleemid 7,1 %.

Talveperioodi eelviimasel päeval saeketta juures märkimisväärseid seisakuid ei toimunud. Tööpäeva alguses teostatud saeketta teritus oli päeva ainus seisaku põhjus saeketta juures. Terituseks kulunud aeg oli 1 minut ja 39 sekundit. Protsentuaalselt moodustasid saeketta probleemid 0,3 % kogu tööajast.

Viimane vaatluspäev erines teistest suurema ajakuluga kettaprobleemidele. Saeketta terituse teostamisele tööpäeva alguses järgnesid saeketta jahutamise ning puhastusega seotud probleemid. Terituseks kulunud aeg oli 1 minut ja 28 sekundit. Suure ajalise erinevuse põhjustas saeketta purunemine. Vaatlusel selgus, et puidus olnud metalliosake kahjustas saeketta hambaid. Saeketta vahetusprotsess kestis 52 minutit. Uus saeketas tuli tuua saeveski kõrval asuvast remonditöökojast. Lisaks saeketta vahetusele toimus selle seadistamine ning töölauakontroll. Kogu tööajast moodustasid kettaga seotud probleemid 11 %.

3.1.2. Palgiveeretus töölauale

Teise seisakutüübina mõõdeti palkide veeretamiseks kuluvat aega. Palgid tuli veeretada estakaadilt, mis asus väljas, saeveskisse töölauale lõikamiseks. Tulemused on kajastatud tulpdiagrammina (Joonis 12.).



Joonis 12. Talveperioodi palgiveeretust kajastav andmetabel

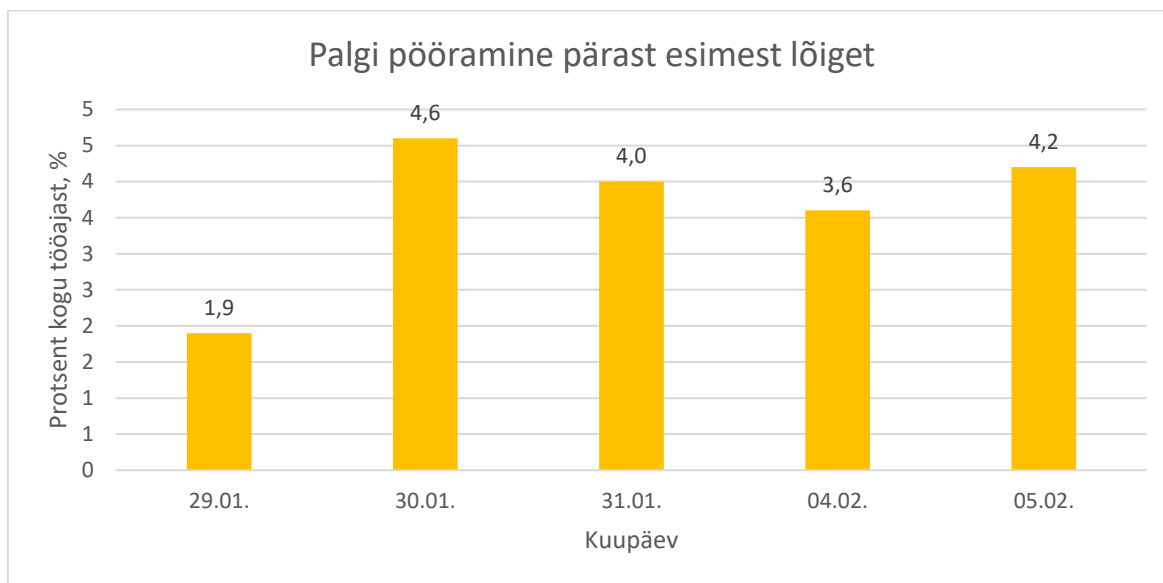
Esimesel ja teisel vaatluspäeval oli lõikuses materjal pikkusega 5,4 meetrit. Palgi veeretamisega tegelesid saeoperaator ning saeoperaatori abi. Aega mõõdeti palgiveeretuse algusest kuni palgi sobiva lõikeasendi leidmiseni. Töölaua liikuma asudes aeg peatati. Esimesel kahel vaatluspäeval olid tulemused üsna sarnased. Esimesel päeval kulus palgiveeretuseks 4,8 %, teisel päeval 4,9 % tööajast. Tulemused on sarnased seetõttu, et lõigatav materjal oli mõlemal tööpäeval sarnane.

Kolmanda vaatluspäeva tulemustest on näha palgiveeretuseks kuluva aja kasvu. Lõigatava materjali pikkuseks oli 4,2 meetrit. Kuigi põhimõõduks oli sellel päeval materjal pikkusega 4,2 meetrit, siis lõikusesse tulid lisaks ka mõned 5,4 meetri pikkused palgid. Selle tõttu on tulem teistest päevadest suurem.

Eelviimasel ning viimasel vaatluspäeval olid lõikuses palgid pikkusega 4,2 meetrit. Tulemused erinevad teistest vähesel määral. Eelviimasel päeval kulus palgiveeretuseks 5,6 %, viimasel päeval 5,3 % kogu tööajast. Esimese kahe päevaga võrreldes on tulemuste erinevused tingitud lõigatud palkide koguarvust. Lühemat materjali on kergem veeretada ja lõigata ning päevade lõikes suudetase neid rohkem saagida.

3.1.3. Palgi pööramine pärast esimest lõiget

Palgi töölauale fikseerimiseks tuleb see kinnitada. Kinnistustena kasutatakse kahte metallist vahendit, mis aitavad palki lõikuse hetkel paigal hoida. Esimese lõike sooritades tuleb kinnitusvahendid eemaldada ning palk keerata lõigatud küljele. Sellest lähtudes mõõdeti palgi kinnitustest vabastamiseks ja pööramiseks kulunud aega. Tulemustest on koostatud tulpdiagramm (Joonis 13.).



Joonis 13. Palgi pööramiseks kulunud aeg talveperioodil

Esimesel vaatluspäeval oli raskendatud kogu tegevuse jälgimine. Esimeste vahetuses viibitud tundide jooksul ei mõõdetud teise pööramise aegu. Hiljem suudeti ajad üles märkida ning sellest tulenevalt on esimese päeva tulemus väiksem. Kokku kulub palgi pööramisele esimesel päeval 1,9 % kogu tööajast. Edasised lõikuse käigus toimunud liigutused tehti jooksvalt ning neid tegevusi polnud vajad mõõta.

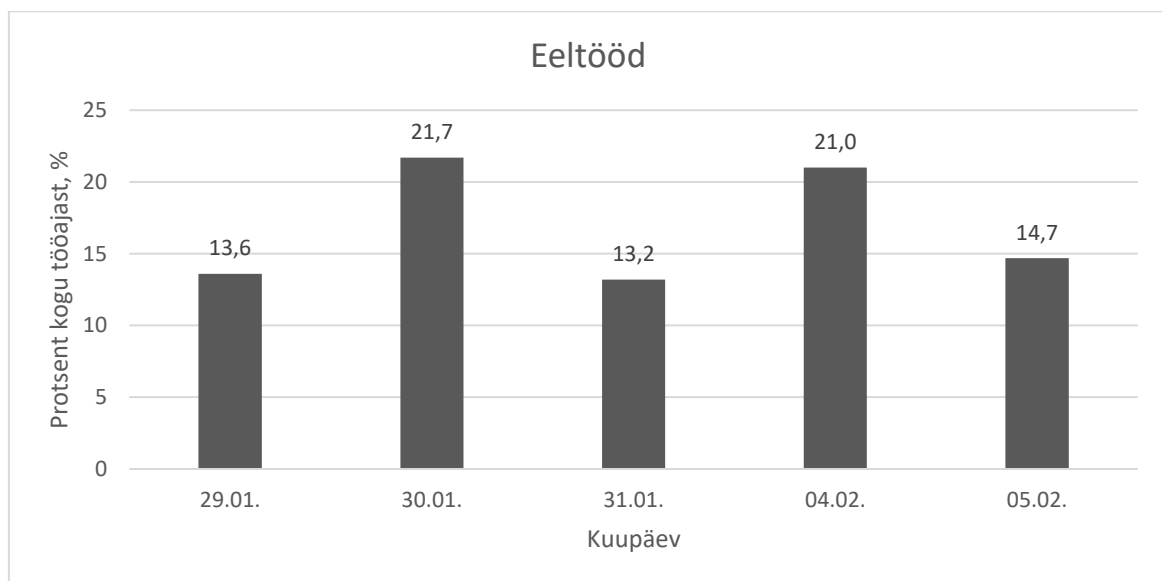
Talveperioodi teisel päeval on kokku kulunud palgipööramisele 4,6 % tööajast. Tõus on tingitud suuremast andmete hulgast. Lõikusel kasutati esimesel kahel päeval 5,4 meetrist ümarmaterjali.

Kolmandal tööpäeval vahetus materjalimõõt ning sellest tulenevalt on märgata tulemustes erinevusi. Materjali pikkusega 4,2 meetrit on lihtsam tööpinnal liigutada ning pöörata. Kokku kulutati sellele 4,0 % tööajast.

Eelviimase ning viimase vaatluspäeva tulemused erinevad üksteisest 0,6 % võrra. Eelviimaselt päeval kulus pööramisele 3,6 %, viimasel päeval 4,2 % tööajast. Erinevuse võis põhjustada viimasel päeval lõigatud materjali suurem diameeter. Jämedate palkide puhul tuli kasutada mootorsaage, kuna ketas polnud piisavalt suur suure läbimõõduga palgi täielikuks läbilõikuseks. Peenema materjali liigutamiseks kulub vähem aega ning pööramine toimub kiiremini.

3.1.4. Lõikamisele eelnevad ja järgnevad tegevused

Lõikamiseks eelnevad tegevused on koondatud joonistel ühe nimetuse all. Eeltööd koondavad enda alla enne ja pärast lõikust teostatavad tegevused. Vaatluse käigus mõõdeti erinevatele lisategevustele kuluv aeg ning tulemused on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 14.).



Joonis 14. Eeltöödeks kulunud aeg talveperioodil

Esimese vaatluspäeva tulemused moodustavad 13,6 % kogu tööajast. Talveperioodil kuulusid eeltööde hulka paljud tegevused. Aeganõudvamad eeltööd olid palgiveeretuse estakaadil, küljeukse avamine palkide sisse veeretuse tarbeks, puidujääkide pakkimine ja väljavedu, materjali transport saeveskist välja. Iga tööpäeva lõpus toimus tööala puhastus,

mille käigus koristati lõikuse käigus tekkinud jäätmed. Saeketta ümbruse korrastamiseks kasutati suruõhku, millega sai tööpind puhtaks. Lisaks tuli töölistel mõõta palkide diameetreid tööpäeva jooksul lõigatud materjali mahuarvutusteks. Talveperioodil lisandus eeltöödele ka lumekoristus, mida pidi koristama palkidelt ning saeraami töölaualt. Lume tõttu jäi vahel tõstuk kinni, mistõttu kulus aega masina väljasaamiseks.

Talveperioodi teisel päeval kulus eeltöödele 21,7 %. Suurema ajakulu põhjuseks võib olla tõstuki väljaaitamine lumest. Lisaks toimus palkidel mõõduvahetus, 5,4 m palk asendati 4,2 meetrisega. Uus mõõt saadi lõikuseks teada kontorist, juhiabilt. Mõõduvahetusega kaasnes kogu lõigatud materjali väljavedu, et teha ruumi uuest mõõdust lõigatud materjalile. Uue mõõduga kaasnes veel diameetrite mõõtmine ja palgiveeretuse. Mõne jämedama palgi korral tuli kasutada mootorsaage lõike silumiseks.

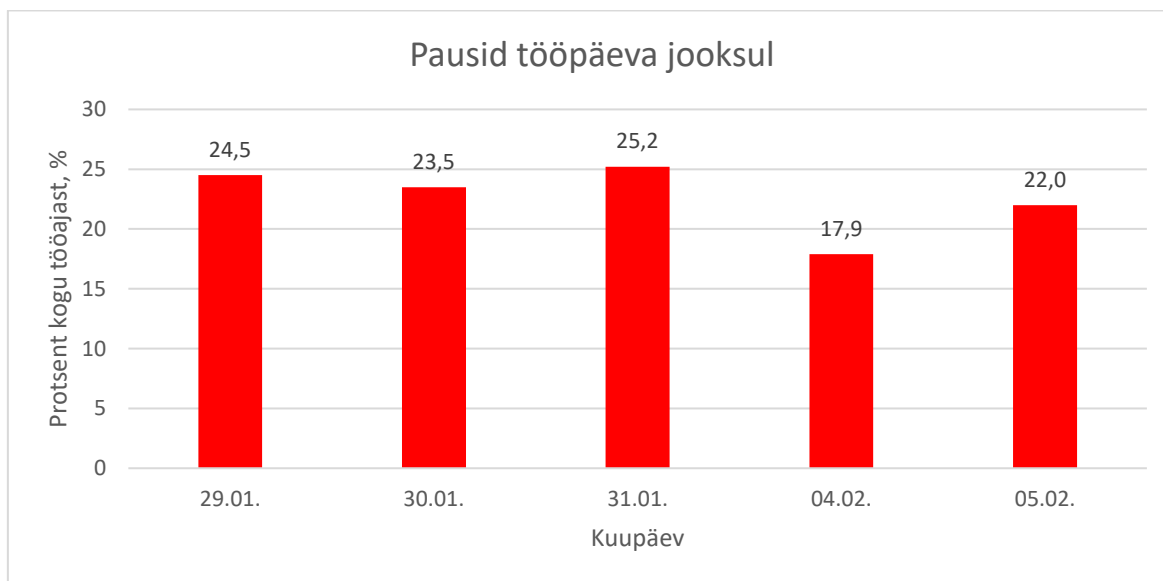
Kolmanda vaatluspäeva tegevus oli sarnane esimesele päevale. Koguajast kulus eeltöödele 13,2 %. Põhilisteks tegevusteks olid palgiveeretuse, puidujäätmete lindistamine ja väljavedu. Lisaks 4,2 meetristele palkidele lõigati juurde mõned 5,4 meetrised palgid eelneva tellimuse täitmiseks. Enne lõikust mõõdeti kõikide palkide diameetrid. Tööpäeva lõppedes korrastati tööala ning suleti uksed.

Vaatlusperioodi eelviimasel päeval tehtud eeltöödele kulus 21 % kogu tööajast. Suurema ajakulu põhjuseks on lumekoristus ning lumes kinni olnud tõstuk. Eelnevatele päevadele sarnaselt toimusid palgiveeretuse, puidujääkide lindistamine ja väljavedu, palkide tollimine. Puidujääke ehk pinde viidi välja kahel korral. Koristusega tegelesid töölised enne pause ning tööpäeva lõppedes.

Viimase talveperioodi päeval toimus eeltöödele kulunud ajas langus. Kuigi tööpäeva jooksul tegeldi palgiveeretuse, tollimise, pinnu lindistamise ning väljaveoga, on aja kogukulu võrreldes eelneva päevaga väiksem. Üheks põhjuseks on saeketta vahetus, millele kulus palju aega. Tööpäeva alguses, pärast uste avamist, toimus lõigatud materjali väljavedu. Tõstukil oli aku tühjenenud, mistõttu tuli enne käivitust masina aku laadima panna. Saeketta vahetuse hetkel tegelesid teised töölised lume- ning saepuru koristusega. Päeva lõpus toimus lisaks koristusele ka pinnu ning materjali väljavedu. Kokku kulus eeltööde tegemiseks 14,7 % kogu tööajast.

3.1.5. Tööpäeva jooksul tehtavad pausid

Töölisele on tööpäeva jooksul ette nähtud kolm pausi. Kaks nendest on 15 minutilised kohvipausid. Lisaks on töölisel võimalus pidada lõunapausi, mille kestuseks on üks tund (Töö- ja puhkeaja seadus 2003). Vaatluspäevade käigus mõõdeti ka pauside pikkusi ning andmed on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 15.).



Joonis 15. Talveperioodi pauside koondandmed

Esimesel vaatluspäeval kulus pausidele 24,5 % kogu tööajast. Võrreldes teiste seisakute liikidega, on pauside osakaal kõigi päevade jooksul suurim. Esimese vaatluspäeva tulemusena selgus, et kaks 15 minutilist pausi olid kaks korda pikemad. Kõige suurema pausidele kuluva ajaga päev oli kolmas vaatluspäev. Väikseima eeltöödele kulutatud ajakulu tõttu on pausid olnud pikemad. Kogu tööajast kulus pausidele 25,2 %.

Teisel ning neljandal vaatluspäeval on näha võrreldes kahe eelnevalt nimetatud päevaga muutused. Teisel päeval kulus pausidele 23,5 %, neljandal 17,9 % kogu tööajast. Teisel tööpäeval tehtud pausid on kestnud vähem aega kui esimesel ning kolmandal päeval. Neljandal päeval on pauside väiksema osakaalu põhjuseks suurem eeltöödele kulutatud ajakulu. Samal põhjusel on teise päeva näitajad väiksemad.

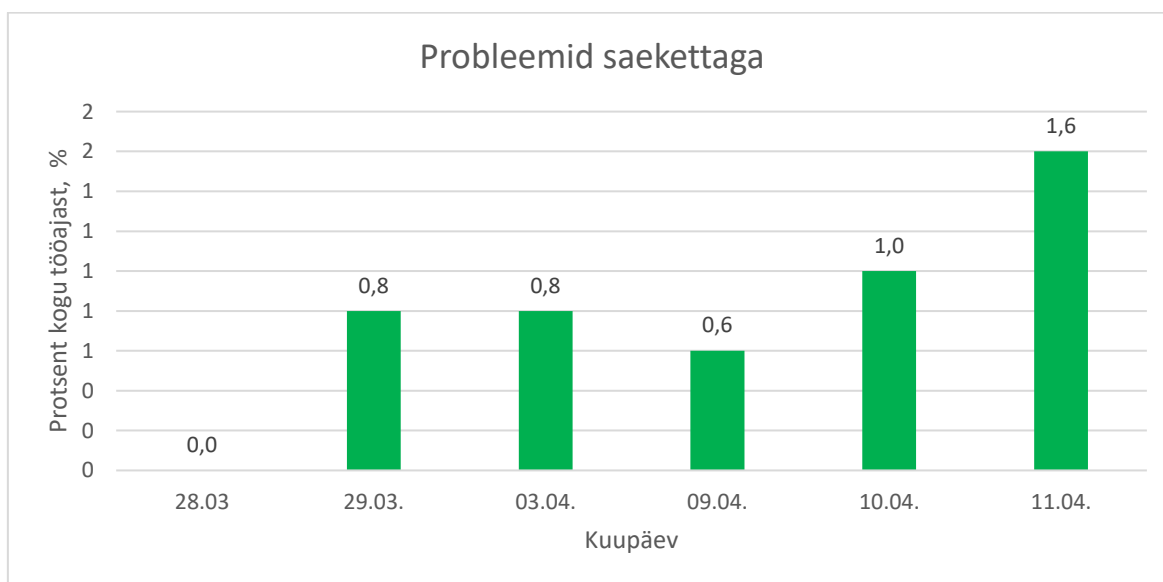
Viimasel talveperioodi vaatluspäeval kulus pausidele 22 % kogu tööajast. Tulemustest selgub, et viimasel päeval toimunud kettavahetusele kulunud aja tõttu on pauside kestvused olnud väiksemad.

3.2 Kevadperiood

Kevadperioodil toimus saeveskis kuus vaatluspäeva parema ülevaate saamiseks. Seisakud on jaotatud sarnaselt talveperioodiga viide erinevasse kategooriasse ning nende andmete põhjal on tehtud kevadperioodi analüüs.

3.2.1. Probleemid saekettaga

Sarnaselt talveperioodile on kevadiste mõõtmiste esimeseks seisakutüübiks probleemid saekettaga. Mõõtmistulemused on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 16.).



Joonis 16. Kettaprobleemid kevadperioodil

Kevadperioodi esimesel vaatluspäeval saeketta juures ühtegi probleemi ei tuvastatud. Probleemiks võib olla see, et tööpäeva algus oli varasemast teine, kella kaheksa asemel algas

tööpäev kell kuus. Selle tõttu ei ole võimalik esitada esimese tööpäeva kettaprobleemide andmeid kuna mõõtmisi alustati kell kaheksa.

Teise ning kolmanda päeva kettaprobleemidele kulutatud ajakulu oli 0,8 % kogu tööajast. Tööpäeva alguses teostati saeketta teritus ning paaril korral toimus saeketta kontroll ning reguleerimine.

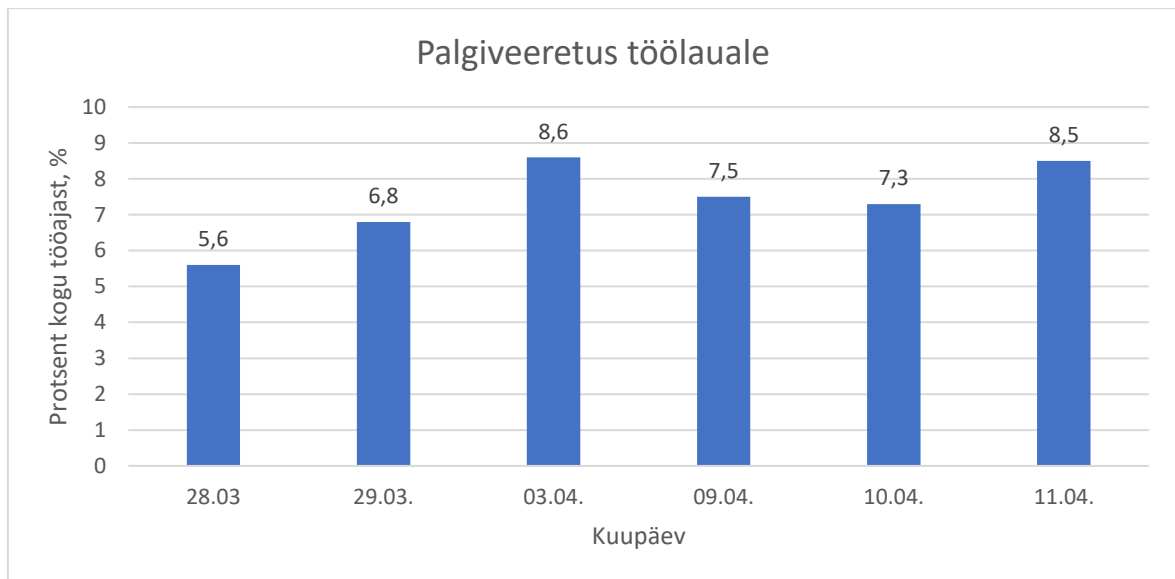
Neljandal päeval teostati vaid ketta juures teritus ning teisi probleemi kettaga ei tuvastatud. Kokku kulus teritusele 0,6 % kogu tööajast.

Eelviimasel vaatluspäeval on märgata seisaku kestvuse tõus. Tööpäeva alguses toimus kettateritus. Kahel korral toimus kettaümbruse puhastus. Ajakulu tõusu üheks põhjuseks oli saeketta järjekordne teritamine. Saagimise paremaks läbiviimiseks teritati ketas uuesti. Rohkem seisakuid ketta juures ei täheldatud. Probleemid saekettaga moodustasid 1 % kogu tööajast.

Kevadperioodi viimase päeva tulemustest selgub, et kõige suurem ajakulu tekkis ketta juures just selle päeval. Päeva alguses toimunud teritusele järgnesid kahel korral ketta jahutamine. Metsakuiva materjali lõikamisel ketas kuumenes ning see vajab jahutust. Pärast jahutust kontrolliti ketta seisukorda ning lõikus jätkus. Viimasel päeval kulus kettaprobleemidele 1,6 % kogu mõõdetud ajahulgast.

3.2.2. Palgiveeretuse töölaual

Kevadperioodil mõõdetud tulemused palgiveeretuse kohta on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 17.).



Joonis 17. Palgiveeretuseks kulunud aeg kevadperioodil

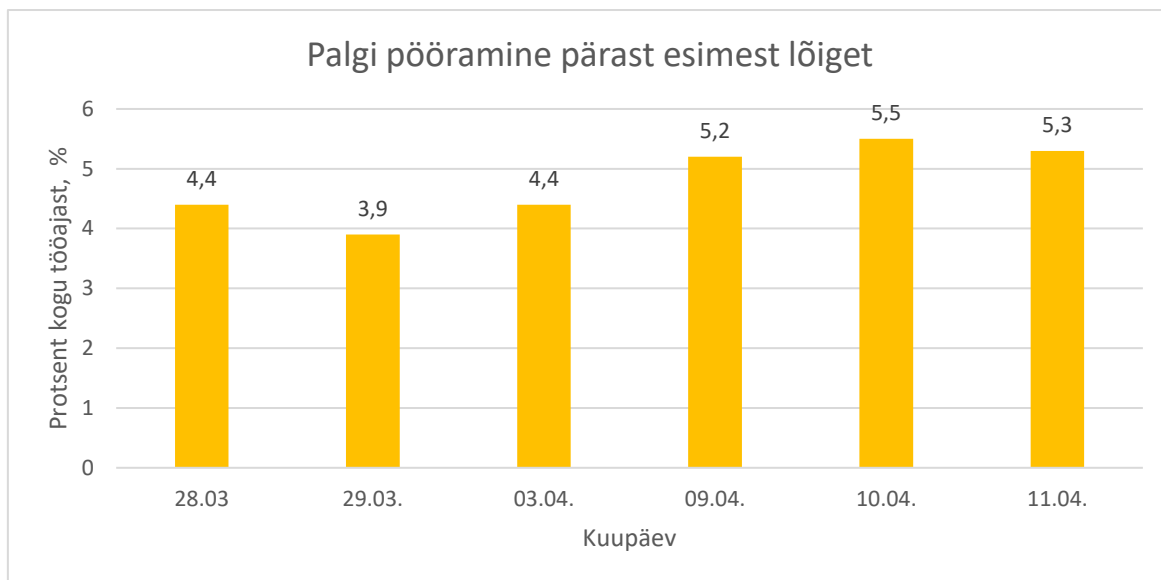
Esimesel vaatluspäeval oli lõikuses materjal pikkusega 4,8 meetrit. Kokku moodustas palgiveeretus esimesel päeval 5,6 %, teisel päeval 6,8 % kogu tööajast. Teisel päeval toimunud ajakulu tõus oli põhjustatud väikesest eratellimusest, mille jooksul lõigati kaksteist eri pikkusega palki. Teisel päeval jätkus lõikus materjaliga 5,4 meetrit, mille veeretamine nõudis rohkem aega.

Kolmanda vaatluspäeva eripäraks oli selle kestvus. Tavapärase tööpäeva asemel tehti tööd neli ja pool tundi. Lühema tööpäeva tõttu on päeva palgiveeretus protsent suurem teistest. Tööpäeva kestvus lühenes materjali vastuvõtja lahkumise tõttu. Lõikuseks kasutati materjali pikkusega 5,4 meetrit. Kokku moodustas palgiveeretus 8,6 % kogu tööajast.

Viimasel kolmel vaatluspäeval oli lõikuses materjali pikkusega 6,0 meetrit. Neljandal ja viiendal päeval kulus palgiveeretusele vastavalt 7,5 % ja 7,3 % tööajast. Viimaste päevade suurimaks probleemiks oli suuremõtmelise materjali küljeuksest sisse saamine. Kui materjal oli estakaadile kõveralt ladustatud, siis tuli töölistel kangide abil seda liigutada nii, et see mahuks uksest sisse. Vähem ruumi oli ka palgiveeretuse teostamiseks. Seetõttu on viimaste päevade tulemused teistest suuremad. Viimasel päeval kulus palgiveeretusele 8,5 % kogu tööajast.

3.2.3. Palgi pööramine pärast esimest lõiget

Palgipööramisele kulunud ajakulu andmed on koondatud järgnevale joonisele (Joonis 18.). Joonis annab ülevaate kevadperioodil palgipööramisele kulunud ajast päevade lõikes.

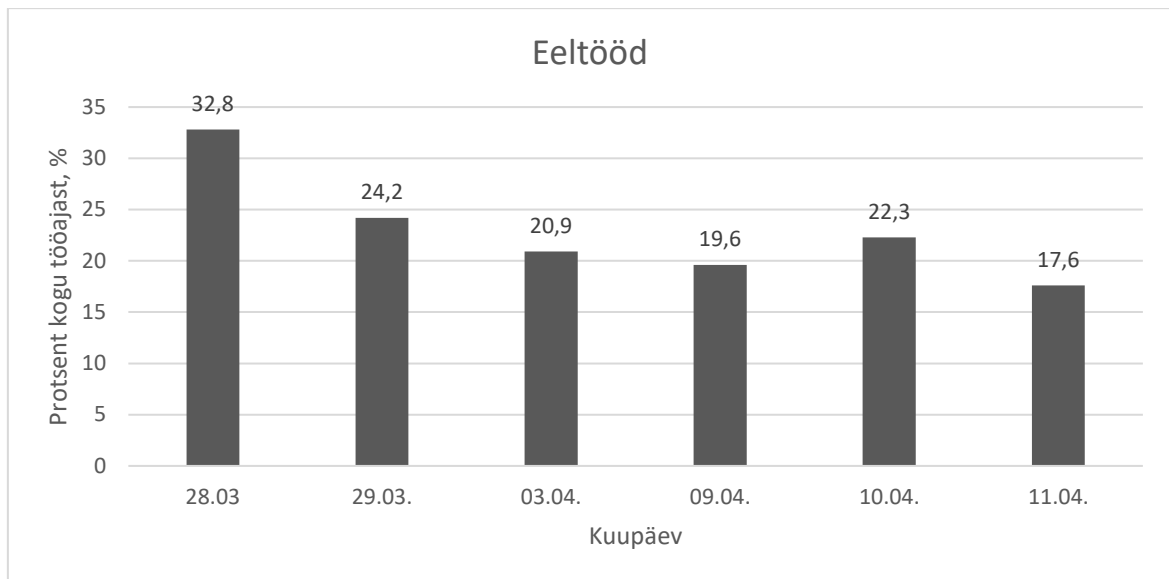


Joonis 18. Kevadperioodil palgipööramisele kulutatud aeg

Mõõtmistulemustes on selgelt näha erinevusi. Esimesel kolmel päeval kulutati palgipööramisele vastavalt 4,4 %, 3,9 % ja 4,4 %. Nendel päevadel olid lõikuses materjalid pikkusega 4,2, 4,8, 5,2 ja 5,4 meetrit. Lühema materjali pööramiseks on kulunud vähem aega kui vaatluste kolmel viimasel päeval. Viimastel päevadel oli lõikuses materjal pikkusega 6,0 meetrit. Tulemustest selgub, et pikema materjali pööramiseks kasutatav ajakulu on suurem väiksema materjali pööramiseks kasutatavast ajast. Neljandal päeval kasutati 5,2 % koguajast palgipööramisele. Eelviimasel ning viimaste vaatluspäeval mõõdeti tulemusteks vastavalt 5,5 % ja 5,3 % kogu tööajast.

3.2.4. Lõikusele eelnevad ja järgnevad tegevused

Sarnaselt talveperioodile mõõdeti kevadperioodil ka eeltöödele kuluvat ajahulka. Mõõdetud andmed on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 19.).



Joonis 19. Eeltöödele kulutatud aeg kevadperioodil

Esimese vaatluspäeva andmetest selgub, et palgipööramisele kulus 32,8 % kogu tööajast. Suure tulemuse põhjuseks on lühem mõõtepäev. Mõõtmisi alustati kell kaheksa, kuid tööpäeva algus oli kell kuus. Kahe tunni materjali polnud võimalik tulemustes kirjeldada. Eeltöödena toimusid saeveskis palgiveeretuse estakaadil, puidujääkide lindistamine ning väljavedu. Samuti toimus sel päeval materjali väljavedu saeveskist ja palkide tollimine. Suurte pakkide vältimiseks toimetati osa materjalist välja. Tööpäeva lõppedes tekkis segadus järgmise tellimusega ning toimus suurem seisak. Pärast tööala koristust ning uste sulgemist tööpäev lõpetati.

Kevadperioodi teise päeva alguses toimus väikese tellimuse saagimine. Lõigati 13 eri mõõdus olnud palki ning pärast lahtisaagimist lindistati materjal ning toimetati saeveskist välja. Edasine lõikus toimus materjaliga pikkusega 5,4 meetrit. Taas mõõdeti palgiveeretuseks, tollimiseks, pinna lindistamiseks ning väljaveoks kulunud aeg. Ühel korral seiskus töö materjali vastuvõtja lahkumise tõttu. Sellel aja tegeleti palgiveeretuse ning tollimisega. Tööpäeva lõppedes korrastati saeveski. Koguajast kulus eeltöödele 24,2 %.

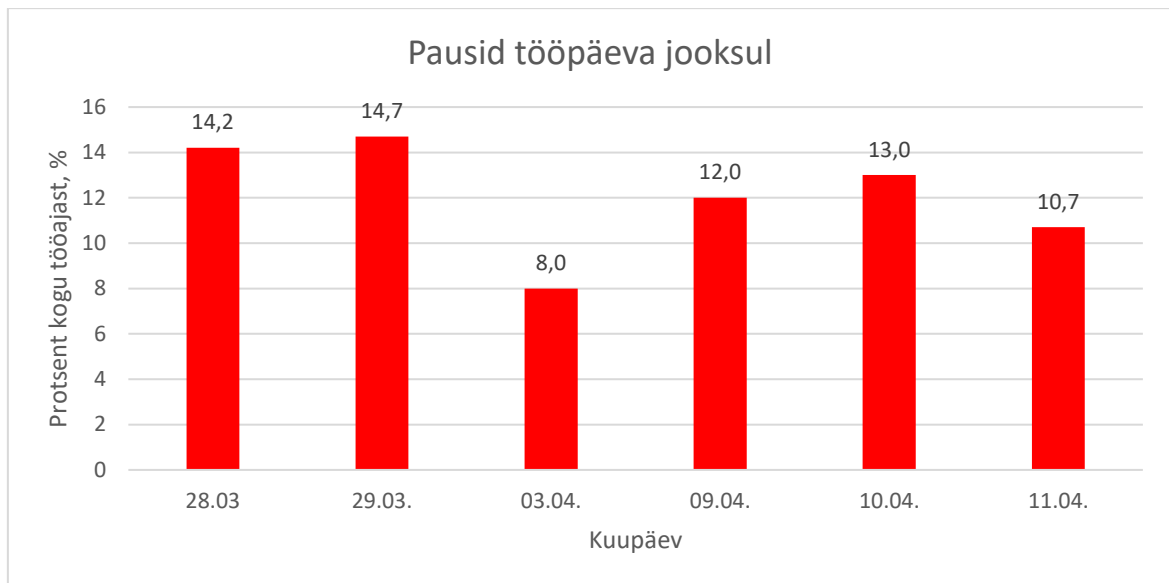
Kolmanda vaatluspäeva tulemused erinevad teistest lühema tööpäeva tõttu. Töödena teostati palgiveeretust, tollimist, pinna lindistamist ning väljavedu. Ühel korral tuli tõstukiga minna välja materjali ümber tõstma. Aegajalt puhastati töölauda ning saeketta ümbrust, päeva lõppedes korrastati tööala. Kokku kulus eeltöödele 20,9 % kogu tööajast.

Viimasel kolmel vaatluspäeval oli lõikuses materjali pikkusega 6,0 meetrit. Kõigil kolmel päeval tegeleti palgiveeretuse, tollimise pinnu lindistamise ning väljaveoga. Puidujäägid toimetati välja kolm korda päevas, enne iga pausi algust. Samuti toimus nendel päevadel materjalivedu ning ümberpaigutamine. Neljandal päeval kulus eeltöödele 19,6 % koguajast. Eelviimase päeva suurema ajakulu põhjuseks oli saepurutoru ummistumine. Torru olid sattunud suuremad puidujäägid, mis ummistasid toru. Puhastamiseks kulunud aeg põhjustas suurema ajakulu eeltöödele. Kokku moodustasid eeltööd päevast 22,3 %.

Perioodi viimasel vaatluspäeval on mõõdetud päevade kõige madalam ajakulu eeltöödele. Tööpäeva jooksul mõõdeti ajakulu palgiveeretusele, tollimisele, pinnu lindistamisele ning väljaveole. Lisaks toimus saematerjali pikkuse muutus, 6,0 meetriselt metsakuivalt materjalilt mindi üle 4,8 meetrisele toorele materjalile. Mõõduvahetuse tõttu tuli pikem materjal saeveskist välja transportida. Ühel korral toimus ka saepurutoru puhastus. Tööpäeva lõppedes korrastati tööala. Eeltöödele kulus perioodi viimasel päeval 17,6 % kogu tööajast.

3.2.5. Tööpäeva jooksul tehtavad pausid

Viimase seisakutüübina mõõdeti kevadperioodil tööpäevas toimuvate pauside kestvusi. Kevadperioodil olid töölistele ette nähtud kaks 15 minutilist puhkepausi ning lõunapausi kestvuseks oli 30 minutit. Lühema lõunapausi põhjuseks oli üleminek kahele vahetusele. Kogutud andmed on kajastatud järgneval joonisel (Joonis 20.).



Joonis 20. Kevadperioodi pauside koondandmed

Saeoperaatori haigestumise tõttu toimus vaatlusperioodi esimesel viiel päeval töö ühes, viimasel päeval kahes vahetuses.

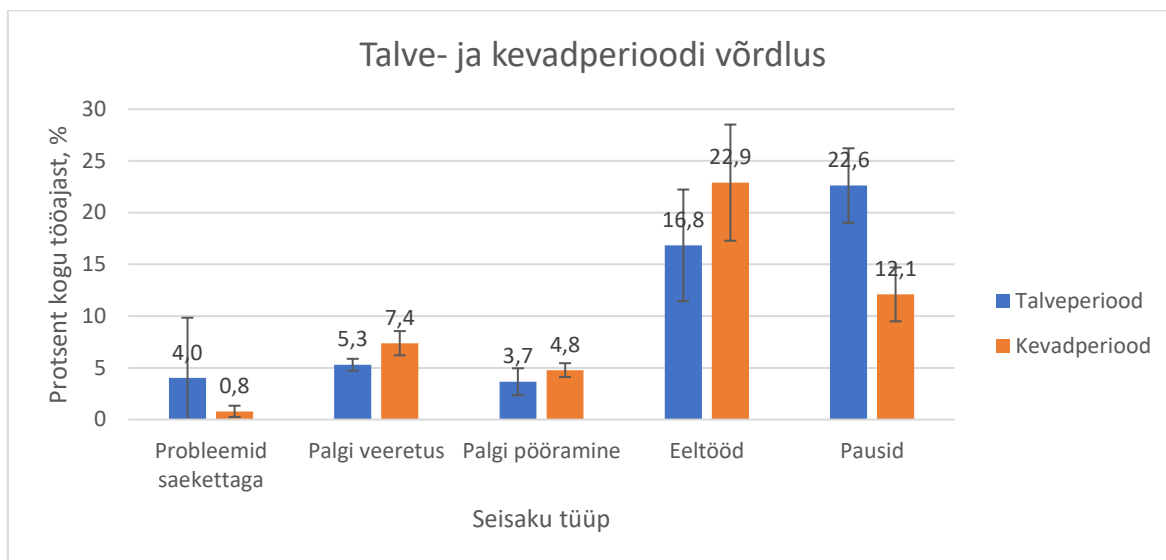
Esimesel päeval on lühema mõõtmispäeva tõttu pauside kestvused suuremad. Kokku kulus pausidele 14,2 % kogu tööajast. Vaatluste teisel päeval toimus kokku kolm pausi. Pausidele kulus kogu tööpäevast 14,7 %. Tegu oli täispika tööpäevaga ning seetõttu on tulemus suurem nii esimesest kui ka kolmandast tööpäevast. Kolmandal päeval oli tegu pooliku vahetusega. Päeva jooksul toimus üks paus ning selle kestvus moodustas 8 % kogu tööajast.

Neljanda ning viienda vaatluspäeva tulemused erinevad teineteisest ühe protsendiga. Mõlemal päeval toimus vahetuse jooksul kolm pausi. Erinevuse põhjustavad viienda päeva pikemad kohvipausid.

Viimasel päeval moodustasid pausid kogu tööajast 10,7 %. Tööpäeva väiksema tulemuse põhjuseks on ühe pausi ära jäämine. Kuna viimasel päeval toimus töö kahes vahetuses, siis otsustasid töötajad ühe pausi ajal lõikusega jätkata.

3.3. Talve- ja kevadperioodi andmete võrdlus

Kõikidest mõõtmistulemustest on koostatud järgnev joonis, kus on eraldi välja toodud talve- ning kevadperioodil esinenud seisakutetüübid (Joonis 21.).



Joonis 21. Talve- ja kevadperioodi koondandmed

Kettaprobleemidele kulus talveperioodi jooksult rohkem aega kui kevadel. Üheks erinevuse põhjuseks on talveperioodil toimunud kettavahetused, mida kevadperioodil ei toimunud. Kuna kevadel toimunud vaatlused toimusid mõningase vahega ning mitmes vahetuses, siis kettavahetused võisid toimuda ajal, millal vaatlusi ei toimunud. Teised kettaga ilmnenud probleemid olid sarnased mõlemale perioodile.

Palgiveeretust töölauale on kevadperioodil 2,1 % suurem kui talveperioodil. Kuigi talvel oli segavaks faktoriks lumi, siis kevadperioodil kulutati selleks rohkem aega. Palgi pööramiseks esimese löike järel kulus talveperioodil 1,1 % vähem aega. Kevadperioodi suurema tulemuse põhjusena võib välja tuua pikema materjali kasutamise. Pikema materjali liigutuseks kulub rohkem aega.

Talve- ja kevadperioodi erinevused tekkisid ka saeoperaatori vahetusest. Eeltööde hulk kasvas kevadperioodil võrreldes talvega 6,1 %. Samas langes kevadperioodil tehtud pausidele kulunud ajahulk 10,5 % võrra. Tulemustest võib järeldada, et kevadperioodil lõigatud suurema materjalikoguse tõttu kasvas eeltöödele kulutatud aeg. Lõunapauside

kestvust vähendati kevadperioodil ühelt tunnilt kolmekümnele minutile. Lühem lõunapaus võimaldas saagida suurema koguse materjali.

Kokku kulus talveperioodil seisakutele 52,4 % kogu tööajast. Kevadperioodil oli vastav näitaja 48 % kogu tööajast. Talveperioodi eripäraks olid lumest tingitud seisakud. Paaril korral oli suurema ajakulu põhjuseks masina kinnijäämine. Pausid kestsid talveperioodil ligi kaks korda rohkem kui oli ette nähtud. Kevadperioodil korrigeeriti pauside kestvusi ning toimus üleminek kahele vahetusele. Kõik näitajad, väljaarvatud saeketta probleemide ning pauside kestvused, olid kevadperioodil suuremad. Kuna seisakutele kulus kevadperioodil vähem aega, tõusis saagimisprotsessi tootlikkus.

4. ETTEPANEKUD ETTEVÕTTELE PAREMAKS TÖÖ KORRALDAMISEKS

Vaatluste ning analüüsi käigus selgitati välja, millised seisakutüübid mõjutavad tööaega kõige rohkem. Erinevate probleemide lahendamiseks on tehtud ettepanekud ettevõtte paremaks töö korraldamiseks.

1. Saekettaga esinevaid probleeme esines ettevõttes võrreldes teiste seisakutüüpidega kõige vähem. Kettateritus on saagimiseelne protsess, mida tuleb teha iga tööpäeva alguses ning teritusprotsessi muutmiseks põhjus puudub. Saekettavahetuse puhul tuleks seisaku kiiremaks teostamiseks tuua varukettad saeveskisse. Vaatluse käigus toimunud vahetuse ajal selgus, et varukettaid hoiustati teises hoones. Kettavahetuse kiirendamiseks tuleks varukettaid hoiustada saeveskis ketassae läheduses, lahenduseks oleks eraldi saekettariiuli paigaldamine.
2. Eeltöödele kuluvat aega tuleks planeerida paremini. Enne pausidele minekut tuleks kõik eeltööd ära teha, et pausilt naastes saaks kohe saagimisega jätkata. Vaatluse käigus selgus, et osa eeltöid tehti ära enne pause ning pauside järgselt jätkus mõningate tööde tegemine.
3. Tööpäeva jooksul toimuvate pauside kestvusi tuleks töölistel vähendada. Vaatluste tulemusena selgus, et tööpäevas toimuvad pausid kestsid lubatust pikemat aega. Lubatud pausidest ning nendele ettenähtud täpsema ajahulga kasutus aitaks kaasa tootlikkuse kasvule.
4. Kahevahetuse kasutus võimaldaks ettevõttel kiirendada saagimisprotsessi ning tellimuste täitmine toimuks kiiremini. Talveperioodil toimunud mõõtmiste hetkel kahes vahetuse töö ei toimunud, kuid kevadise vaatlusperioodi hetkeks oli üle mindud kahele vahetusele.
5. Kuiva puitmaterjali müümisega tuleks tulevikus rohkem tegeleda. Hetkel pole puidukuivati suures osas kasutuses olnud. Tulevikus tuleks leida ettevõttel kliendid, kes oleksid nõus ostma kuiva saematerjali ning nii leiaks puidukuivati maksimaalselt rakendust.

KOKKUVÕTE

Jaxel OÜ on Võrumaal, Kobelas asuv väikesaeveski, mis alustas oma tegevusega 1997. aastal. Praeguse nime sai ettevõtte aastal 2010. Hoolimata saeveskis toimunud põlengust ning uuele kinnistule kolimist, toimub saeveskis tootmine tänaseni. 2014. aastal valminud saeveskis on kasutusel kvaliteetne KARA F2000 ketassaag ning tootmiskompleksis on kasutusel ka puidukuivati Secal.

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli Jaxel OÜ saeveskis toimuvate seisakute väljaselgitamine ettevõtte paremaks töö korraldamiseks. Mõõtmisi teostati saeveskis kahel erineval perioodil. Talveperiood toimus kuupäevadel 29.01, 30.01, 31.01, 04.02, 05.02. Kevadperioodil toimusid mõõtmised kuupäevadel 28.03, 29.03, 03.04, 09.04, 10.04, 11.04. Vaatlustele järgnes andmetöötlus arvutis ning erinevate seisakutüüpide väljaselgitamine.

Töö käigus tehtud mõõtmiste ning analüüsi tulemusena selgusid saeveski tootmises esinevate seisakute tüübid. Kettaprobleemide, palgiveeretusega ning palgi pööramisega seotud seisakud sõltuvad suuresti lõigatava materjali pikkusest ning lõikamist segavatest teguritest. Talvel on lõikamise suurimaks probleemiks lumi ning külmakraadid, mis mõjutavad lõikuse kulgu. Palkidel olev lumi koguneb saeraami töölauale ning põrandale ning seda tuleb aegajalt koristada. Kuna saeveskil on küljeuks palkide sisseveeretuseks koguaeg avatud, siis töötajate töötingimused talveperioodil on madalast temperatuurist põhjustatuna raskendatud. Materjal on jäätunud ning libe, mille tõttu tuleb palki veeretades ning pöörates olla ettevaatlik. Lume tõttu võivad tõstukid kinni jääda. Palgi veeretuse ning pööramine sõltuvad materjali mõõdust ning töötajate kiirusest.

Suurim erinevus kerkis esile eeltööde seisakutüübi puhul. Kevadperioodil on erinevuse põhjuseks suurema koguse lõikus. Visuaalse vaatluse põhjal võib öelda, et lõikamine toimus võrreldes talvega kiiremini. Lõikuse kiirus sõltub saeoperaatori oskustest. Suuremat lõikust näitas ka asjaolu, et puidujääkide tasku täitus kiiremini ning seda tühjendati enne igale pausile minekut.

Pauside kestvused erinesid kahel perioodi 10,5 % võrra. Talveperioodi probleemiks olid pauside kestvused. 15 minutilised pausid venisid kahekordseks, mille tõttu vähenes päevas

lõigatud ümarmaterjali hulk. Kevadperioodil olid küll pausid lühemad, kuid ajakasutus oli suurem lubatust. Pausidele ettenähtud ajahulga täpsem jälgimine võimaldaks ettevõttel toota päevas suurema koguse saematerjali.

Ettepanekutena tuleks töölistele täiendavalt selgitada tööpäeva alguse ja lõpu ning pausideks ettenähtud ajad. Tihti algas tööpäev ettenähtud kellaajast hiljem ning lõppes varem. Suurema tootlikkuse saavutamiseks tuleks tööaega kasutada ettenähtud mahu. Lõikamisele eelnevaid tegevusi pole võimalik kavandada kuna iga pikkuse lõikamiseks kulub erinev hulk aega. Pausid tuleks viia vastavusse ettenähtud kestvustega. Sellega saaks tootlikkust taas tõsta. Tööpäeva jooksul tuleks töölistel aega paremini planeerida. Kõik eeltööd tuleks ära teha enne pausidele minekut, mis võimaldaks pärast pausi kohe saagimisega jätkata. Tihti teostati osa eeltöid enne ning osa pärast pausi.

Lähtuvalt saematerjali lõpphinnast tuleks mõelda suurema kuivatikasutuse peale. Tuleks leida sobivad kliendid, kes oleksid nõus ostma kuiva saematerjali. Nii saaks ka kuivatit kasutada maksimaalses ulatuses.

Võimaluse korral tuleks kasutusele võtta aastaringselt kahes vahetuses töötamine. Kahe vahetuse tulemusena suudetakse tellimusi täita oluliselt kiiremini. Praegusel hetkel on ettevõttes kahe vahetuse süsteemi juba rakendatud.

KASUTATUD KIRJANDUS

Aastaraamat Mets 2017. (2018). Tallinn: Keskkonnaagentuur.
<https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/mets2017.pdf> (14.05.2019).

Autra OÜ. Ketassaag KARA F2000. [veebileht]
http://www.autra.ee/mod_catalogue_f90f2aca5c640289d0a29417bcb63a37_Ketassaag-KARA-F2000_est (27.03.2019).

Keskkonnaministeerium. (2019) Eesti metsa ja raiemahu värsked, 2018. aasta andmed.
https://www.envir.ee/et/metsavaru-2018?fbclid=IwAR0xRKm-4JPaM_MokJoordb34R0-aY_tdxrGPUd-KmOib1b1FfCDWYt2cqw (15.05.2019).

Kalle, E. (2007). Tootlikkuse kasvu juhtimine ettevõttes. Majandusraamat. Tallinn: Kirjastus Külim. 120 lk.

Kreevald, K. Jaxel OÜ ajaloost. Autori intervjuu. Üleskirjutis. Võrumaa, Kobela. 12.04.2019

LSAB Vändra AS. Teritusteenus. [veebileht] <http://www.lsab.ee/teritusteenus> (14.05.2019).

Lääne, R. (2015). Kuiva saematerjali sorteerimisliini tootlikkuse uurimine, analüüs ja tõstmise võimalused AS Toftan näitel. (Magistritöö). Tartu. Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut. 85 lk.

Maa-ameti kaardirakendus 2019. [veebileht]
https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=UU82A&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1366&HEIGHT=625&zlevel=11,647374.0234375,6413298.4619141&setlegend=UUKAT1_82=1,SHYBR_ALUS01_82A=0,SHYBR_ALUS02_82A=1 (14.05.2019).

Meier, P., Rukki, H. (2000). Saematerjalide tehnoloogia alused I osa. Tallinn. Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus. 71 lk.

Meier, P., Rukki, H. (2001). Saekavade koostamine ja arvutamine. Tallinn. Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus. 41 lk.

Mikkson, M. (2014). AS Barrus saeveski pakkimisliini tootlikkuse analüüs. (Magistritöö). Tartu. Eesti Maaülikooli Metsandus- ja maaehitusinstituut. 52lk.

Puideterminoloogia sõnastik. Järkamine. [veebileht]
<http://test.tsenter.ee/terminid/termin/619/jarkamine?> (14.05.2019).

Thoews, S. E., Manessa, T. C., Ristea, C. (2008). Using flow simulation as a decision tool for improvements in sawmill productivity – Ciencia y tecnologia, 10, (3) pp. 229 – 242.

Tuusis, T. Jaxel OÜ tegevused. Autori intervjuu. Üleskirjutis. Võrumaa, Kobela. 23.11.2018

Töö- ja puhkeaja seadus. (vastu võetud 24.01.2001, muudetud, täiendatud, viimati jõustunud 17.03.2003).- *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/264447> (15.05.2019).

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Oliver Liibert,

(sünnipäev 25/10/1996 39610256518)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
SAEVESKI TOOTMISPROTSESSI ANALÜÜS JAXEL OÜ NÄITEL,
mille juhendaja on lektor Risto Mitt,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 30.05.2019

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)